

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
NATIONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

Helsinki 7.12.2000

#2
6/7/01
JP

1c986 U.S. PTO
09/812932



ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT



Hakija
Applicant

Nokia Mobile Phones Ltd
Espoo

Patenttihakemus nro
Patent application no

20000675

Tekemispäivä
Filing date

22.03.2000

Kansainvälinen luokka
International class

H04Q

Keksinnön nimitys
Title of invention

"Parannettu menetelmä ja järjestely solunvaihdon hallitsemiseksi ja
solukkojärjestelmän päätelaite"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä
patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä,
patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the
description, claims, abstract and drawings originally filed with the
Finnish Patent Office.

Pirjo Kalla
Tutkimussihteeri

Maksu 300,- mk
Fee 300,- FIM

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

h2

Parannettu menetelmä ja järjestely solunvaihdon hallitsemiseksi ja solukkojärjestelmän päätelaite –Förbättrad metod och anordning för att styra cellbyte och en terminal av cellulärt kommunikationssystem

5

Keksinnön kohteena on menetelmä solunvaihdon hallitsemiseksi palveluverkossa, jossa menetelmässä päätelaite suorittaa naapurisolumittauksia solunvaihtoa varten, verkko tekee päätöksen solunvaihdosta määrittäjien mittauksien, verkon kuormitusolosuhteiden ja päätelaitteen palvelutarpeen perusteella ja verkko lähettää päätelaitteelle solunvaihtokäskyn päätelaitteen siirtymiseksi uuteen soluun. Keksinnön kohteena on myös solukkoradiojärjestelmän tukiasema, joka käsittää välineet palvelun tarjoamiseksi ja välineet signaalintiviestien vastaanottamiseksi päätelaitteelta sekä välineet signaalintiviestien muodostamiseksi ja lähettämiseksi päätelaitteille. Samoin keksinnön kohteena on solukkoradiojärjestelmän päätelaite, joka on varustettu välineillä kytkeytymään määrättyyn palveluun ja joka käsittää välineet signaalintiviestien vastaanottamiseksi tukiasemilta sekä välineet solukohtaisten mittausten tekemiseksi sopivan palvelevan solun löytämiseksi. Lisäksi keksinnön kohteena on solukkoradiojärjestelmä, joka käsittää tukiasemia ja niihin liittyen soluja sekä päätelaitteita ja jossa tukiasemat on varustettu välineillä signaalintiviestien välittämiseksi tukiaseman ja päätelaitteen välillä ja päätelaitteet on varustettu toimimaan määrättyllä palvelutasolla ja välittämään signaalintiviestejä päätelaitteen ja tukiaseman välillä.

Keksinnön taustan ymmärtämiseksi kuvataan seuraavassa aluksi esimerkinomaisesti tekniikan tason mukaisia ratkaisuja aktiivisen solun vaihtamiseksi GSM-järjestelmässä (Global System for Mobile telecommunications) sekä siihen liittyvässä GPRS-pakettidatasiirtopalvelussa (General Packet Radio Service). Kuvassa 1 on esitetty GSM-verkon periaatteellinen rakenne. Matkaviestinverkossa on tyypillisesti ainakin yksi ydinverkko CN (Core Network) ja yksi tai useampia radiopääsyverkoja RAN (Radio Access Network). Ydinverkot muodostuvat erilaisista keskusjärjestelmistä, jotka voivat monipuolisten tiedonsiirtomahdollisuuksien lisäksi tarjota erilaisia lisäarvopalveluja. Ydinverkko muodostuu keskuksissa MSC (Mobile services Switching Center), muista verkkoelementeistä, joita GSM-järjestelmässä ovat esimerkiksi pakettiradiovälitykseen liittyvät solmukohdat SGSN (Serving GPRS Support Node) ja GGSN (Gateway GPRS Support Node) sekä niihin liittyvistä siirtojärjestelmistä. Radiopääsyverkot ovat ydinverkon ja päätelaitteiden välissä. Radiopääsyverkkoon kuuluu tukiasemia BS (Base Station) ja radioverkko-ohjain RNC (Radio Network Controller). Kullakin tukiasemalla on kiinteä yhteys

ko. radiopääsyverkon ohjaimelle. Eri radiopääsyverkkojen ohjaimilta puolestaan on kiinteä yhteys ainakin yhteen ydinverkon solmuun. Päätelaitteiden ja ydinverkkojen välillä voi toimia yksi tai useampia radiopääsyverkkoja, ja tietyn radiopääsyverkon kautta päätelaite voi olla yhteydessä useisiin ydinverkkoihin.

- 5 Solukkoradiojärjestelmän päätelaite pyrkii aina valitsemaan tietyn tukiaseman, jonka kattavuusalueella, eli solussa, se toimii. Kuvan 2 esittämässä esimerkinomaisessa tilanteessa solunvaihto tulee ajankohtaiseksi ainakin pisteissä P2:sta P7:mään. Perinteisesti solunvaihto on perustunut vastaanotetun radiosignaalin voimakkuuden mittaukseen naapurisoluista 1-11 joko päätelaitteessa tai tukiasemalla. Esimerkiksi
- 10 GSM-järjestelmässä kukin tukiasema lähettää ns. yleislähetystaajuudella signaalia, jonka taajuus on vierekkäisillä tukiasemilla eri suuri. GSM-järjestelmässä tukiasema välittää ns. BCCH-kanavalla (Broadcast Control Channel) päätelaitteelle parametrit, joita päätelaite käyttää ns. C-arvojen laskentaan. Yleisimmin laskennassa käytetään ns. C1-arvoa. C1-arvon laskenta on esitetty tarkemmin kirjassa: Michel Mouly, Marie-Bernadette Pautet, "The GSM System for Mobile Communications" luvussa
- 15 7.1.2.2.

- Päätelaitteiden täytyy mitata vastaanottamien yleislähetysignaalien vastaanotto-
tasot voidakseen laskea kunkin vastaanottamiansa solun C1-arvon. Se solu, jonka
laskettu C1-arvo on suurin, on radioyhteyden laadun kannalta edullisin. Solunvaihtojen
20 optimoimiseksi verkko voi myös lähettää lisäparametrejä, jotka mahdollistavat ns. C2-arvojen käytön. Tarkempi kuvaus kyseisten parametrien käytöstä ja laskennasta on esitetty viitteessä [1]. Tukiasemat lähettävät päätelaitteille myös tiedon viereisissä soluissa käytetyistä BCCH-taajuuksista, jotta päätelaitteet tietäisivät, mitä taajuuksia niiden on kuunneltava löytääkseen viereisten solujen BCCH-lähetykset.

- 25 GSM-järjestelmän solut tarjoavat käyttäjälleen peruspalvelut: äänensiirron, hitaan datasiirron sekä erilaiset lyhytsanomapalvelut. GSM-järjestelmän toiminta on standardoitu ETSI:n (European Telecommunication Standardization Institute) toimesta. GSM-järjestelmässä olevat solut lomittuvat pitoalueensa suhteen, joten solujen raja-alueella on tehtävä päätös, kumpaa solua kyseinen päätelaite käyttää. Päätökseen vaikuttavat siirtoyhteyden laadun lisäksi myös muut tekijät, kuten esimerkiksi se, kuinka kuormitettuja verkon eri solut ovat. Aktiivitilassa päätöksen siitä, kumpaa solua päätelaite käyttää, sekä päätöksen solun siirron ajoituksesta tekee verkko, joka ilmoittaa siitä päätelaitteelle. Aktiivitilassa ETSI:n standardin mukaan päätelaite ei voi itsenäisesti siirtyä jonkin toisen solun palvelun käyttäjäksi. Lepotilassa oleva
- 30 päätelaite tekee solusta laskemiensa C1-/C2-arvojen perusteella ratkaisun siitä, mihin soluun se kuuluu. Päätelaitteen kannalta siirron ajankohdalla ei tällöin ole suurta
- 35

merkitystä, koska kaikki järjestelmän solut tarjoavat samat peruspalvelut eikä päätelaitteen käyttäjä huomaa tehtyä siirtoa solusta toiseen.

- Kuvassa 3 on esimerkinomaisesti esitetty vuokaaviona tekniikan tason mukainen toiminta solunvaihtotilanteessa käytettäessä GSM-peruspalvelua tai GPRS-palvelua.
- 5 Päätelaitte suorittaa ollessaan lepo-/aktiivitilassa 30 naapurisolunnittauksia, joiden perusteella kuvan 3 esittämässä esimerkinomaisessa tapauksessa verkko suorittaa solunvaihtotarpeen arvioinnin 31. Jos arviointi antaa tulokseksi, ettei solunvaihtoa tarvita, palataan alkutilaan 30. Mikäli solunvaihdolle on tarvetta, verkko valitsee vaiheessa 32 jokin mahdollisista naapurisoluista uudeksi kohdesoluksi. Jos toimitaan aktiivitilassa, niin seuraavaksi verkko lähettää päätelaitteelle solunvaihtokäskyn 33. Tämä käsky välitetään päätelaitteelle GSM-perusjärjestelmässä CCCH-kanavalla (Common Control Channel) edullisesti RR_CELL_CHANGE_ORDER -viestillä, jossa uusi palveleva solu on kuvattu tarkemmin muun muassa sen identifioivalla BSIC-koodilla (Base Station Identity Code) sekä ainakin tiedolla uuden solun tukiaseman käyttämästä keskitäajuudesta ARFCN (Absolute Radio Frequency Number). Mikäli päätelaitte on alkutilanteessa 30 kytkeytynyt GPRS-palveluun, solunvaihtokäsky välitetään PCCCH-kanavalla (Packet Common Control Channel) edullisesti viestillä PACKET_CELL_CHANGE_ORDER. Kun päätelaitte on saanut jommankumman edellä mainituista viesteistä, sen on yritettävä solunvaihtoa välittömästi 34 toimittaessa tekniikan tason mukaisessa järjestelmässä. Jos päätelaitte ei tunne uuden solun ajoitustietoa, niin uuden solun käyttämään ajoitukseen ei voida heti synkronoitua, mistä saadaan tieto vaiheessa 35. Tässä tilanteessa päätelaitte palaa alkuperäisen solunsa käyttäjäksi ja lähettää verkolle viestin 37 siitä, että solunvaihto ei onnistunut esim. PACKET_CELL_CHANGE_FAILURE -viestillä, jos
- 10 päätelaitte on kytkeytyneenä GPRS-palveluun. Tämän jälkeen verkko antaa uuden solunvaihtokäskyn päätelaitteelle, mikä voi kohdistua uudelleen samaan kohdesoluun. Pahimmassa tapauksessa epäonnistuneita solunvaihtoyrityksiä ja paluita alkuperäisen solun käyttäjäksi voi olla useita peräkkäin ennen onnistunutta solunvaihtoa. Mikäli päätelaitte kuitenkin tietää uuden solun ajoitustiedon ja voi näin heti synkronoitua kyseisen solun ajoitukseen, se siirtyy uuden solun käyttäjäksi vaiheessa 36 ja niin päädytään toiminta-/lepotilaan 38.

- Edellä esitetyllä tekniikan tason mukaisella toimintamallilla on useita epäkohtia. Solunvaihto epäonnistuu, jos päätelaitte ei tiedä uuden solun ajoitustietoa. Jos solunvaihto epäonnistuu, voi joissakin tapauksissa päätelaitteen käyttämä peruspalvelua
- 15 tasokkaampi palvelu, kuten GPRS, katketa epäonnistuneen solunvaihdon vuoksi. Joka tapauksessa päätelaitte joutuu tekemään uusia yrityksiä solun vaihtamiseksi,

mikä omalta osaltaan lisää solunvaihtojen yhteydessä syntyvää signalointia päätelaitteen ja palvelevan solun tukiaseman välillä.

Tämän keksinnön tavoitteena on esittää solunvaihtomenettely, jolla minimoidaan epäonnistuneet solunvaihtoyritykset sellaisiin soluihin, joiden kanssa päätelaitteen toiminta ei solunvaihtokäskyn tulohetkellä ole ajallisesti heti synkronoitavissa.

Keksinnön tavoitteet saavutetaan menettelyllä, jolla päätelaite koko ajan seuraa tuntemiensa naapurisolujensa ajoitustietoa ja välittää nämä tiedot verkolle siinä tilanteessa, että verkko käskää päätelaitteen siirtyä sellaisen solun käyttäjäksi, jonka ajoitustietoa päätelaite ei tunne. Kun verkko saa tiedon tästä ristiriidasta, se määrittää päätelaitteen lähettämien naapurisolutietojen perusteella toisen solun, jonka käyttäjäksi päätelaite voi ongelmitta heti siirtyä. Verkko lähettää tällöin päätelaitteelle uuden solunvaihtokäskyn sellaiseen soluun siirtymiseksi, jonka ajoitukseen päätelaite voi ongelmitta synkronoitua.

Keksinnön mukaiselle solunvaihtomenetelmälle on tunnusomaisia, että jos solunvaihtokäskyssä päätelaitteelle osoitetaan uudeksi palvelevaksi soluksi sellainen solu, jonka ajoitustieto on naapurisolumittausten jälkeen päätelaitteelle tuntematon, solunvaihtoa ei suoriteta vaan päätelaite lähettää tukiasemalle viestin solunvaihdon epäonnistumisesta, joka viesti sisältää tiedon solunvaihdon epäonnistumisen syystä sekä naapurisolutietoa.

Keksinnön mukaiselle tukiasemalle on tunnusomaista, että se käsittelee välineet päätelaitteelta saatavan tiedon vastaanottamiseksi ja käsittelemiseksi, mikä tieto on järjestetty siirtämään tukiasemalle niiden päätelaitteen tuntemien naapurisolujen tiedot, joiden ajoitustieto on päätelaitteelle tunnettu.

Keksinnön mukaiselle päätelaitteelle on tunnusomaista, että päätelaite on varustettu välineillä naapurisolujen ajoitustiedon määrittämiseksi ja välineillä mainitun ajoitustiedon lähettämiseksi sen hetkisen solunsa tukiasemalle silloin, kun palvelevan tukiaseman solunvaihtokäskyssään päätelaitteelle osoittaman uuden solun tukiaseman ajoitustieto on päätelaitteelle tuntematon.

Keksinnön mukaiselle solukkoradiojärjestelmälle on tunnusomaista, että solukkoradiojärjestelmä käsittelee päätelaitteen tuntemat tiedot joukosta kyseisen päätelaitteen naapurisoluja, joiden naapurisolujen tukiasemien ajoitusinformaation päätelaite on määrittänyt, jolloin kyseinen järjestelmä on järjestetty siirtämään päätelaitteelle

5

osoitetun solunvaihtokäskyn jälkeen mainittu tieto päätelaitteelta tukiasemalle signaalointiviestissä uuden palvelevan solun valintaa varten, mikäli solunvaihtokäskyssä päätelaitteelle osoitettu kohdesolu ei sisälly päätelaitteen määrittämään joukkoon naapurisoluja.

5

Keksinnön eräitä edullisia suoritusmuotoja on esitetty epäitsenäisissä patenttivaatimuksissa.

10 Keksinnön perusajatus on seuraava: Solukkopuhelimelle sallitaan se, ettei se tee solunvaihtoyritystä kohden sellaista solua, jonka ajoitustietoa se ei tunne. Tämä voi olla päätelaitteessa joko lähtöoletuksena tai se voidaan myös tapauskohtaisesti myöntää päätelaitteelle verkon sille lähettämässä viestissä. Käytännön toiminnassa solukkopuhelin mittaa naapurisolutiedot tekniikan tason mukaisesti. Näin se määrittää naapurisolujen tukiasemien käyttämät lähetystaajuudet ja myös ajoitustiedot
15 mikäli vain mahdollista. Näin menetellen päätelaitteen on mahdollista kunakin ajan hetkenä tietää, minkä verkon solun tukiaseman kanssa se voi ilmeisesti ongelmia suorittaa solunvaihdon. Kun solunvaihtokäsky saapuu verkon suunnalta, voidaan vaihto suorittaa ongelmitta ja nykykäytännön mukaisesti sellaiseen soluun, jonka ajoitustieto tunnetaan ja johon näin ollen voidaan ongelmitta synkronoitua. Siinä tapauksessa, että solunvaihto pitäisi suorittaa sellaiseen soluun, jonka kanssa päätelaitteen
20 ajoitus ei ole heti synkronisoitavissa, niin sen sijaan että yrittäisi solunvaihtoa, päätelaite ilmoittaa keksinnön mukaisella solunvaihdon epäonnistumisesta kertovalla viestillä verkolle ne solut/tukiasemat, joiden kanssa solunvaihto onnistuisi heti. Päätelaite pysyy tässä vaiheessa edelleen alkuperäisen solunsa käyttäjänä siihen
25 saakka, kunnes verkko osoittaa sille uuden solunvaihtokäskyn avulla jonkin toisen solun, jonka kanssa päätelaite kykenee heti synkronisoitumaan. Solunvaihto suoritetaan tämän jälkeen tekniikan tason mukaisesti.

30 Keksinnön etuna on, että epäonnistuneiden solunvaihtoyritysten määrä vähenee.

Lisäksi keksinnön etuna on, että epäonnistuneiden solunvaihtoyritysten verkon signaalinnille aiheuttama kuormitus pienenee.

35 Edelleen keksinnön etuna on, että mahdolliset epäonnistuneesta solunvaihtoyrityksestä johtuvat palvelukatkot vähenevät.

Edelleen keksinnön etuna on, että tiettyjen palvelujen saatavuus (kuten GPRS) nopeutuu, koska turhat, epäonnistuneet solunvaihtoyritykset jäävät pois ja päätelaite

voidaan ohjata suoraan sellaiselle solulle, joka pystyy heti tarjoamaan päätelaitteen tarvitseman palvelun.

5 Seuraavassa keksintöä selostetaan yksityiskohdittain. Selostuksessa viitataan oheisiin piirustuksiin, joissa

kuva 1 esittää esimerkinomaisesti GSM-verkon periaatteellisia osia,

10 kuva 2 esittää esimerkinomaisesti tekniikan tason mukaista solunvaihtoa GSM-järjestelmässä,

kuva 3 esittää esimerkinomaisesti vuokaaviona tekniikan tason mukaista solunvaihtoa GSM-järjestelmässä,

15 kuva 4 esittää esimerkinomaisesti vuokaaviona keksinnön mukaista solunvaihtoa GSM-järjestelmässä ja

kuva 5 esittää esimerkinomaisesti keksinnön mukaisen päätelaitteen periaatteellista rakennetta.

20 Kuvat 1, 2 ja 3 on esitetty tekniikan tason kuvauksen yhteydessä. Kuvassa 4 on esitetty esimerkinomaisesti eräs edullinen tapa toteuttaa keksinnön mukainen parannettu solunvaihto. Keksinnön mukainen toimintamalli voi olla lähtöoletuksena päätelaitteen toiminnalle, tai päätelaitteelle voidaan myöntää lupa toimia keksinnön mukaisesti erillisellä verkon lähettämällä viestillä. Solunvaihto alkaa toiminta-

25 /lepotilasta 40, jossa aika ajoin arvioidaan solunvaihtotarvetta 41. Kuvan 4 esittämässä esimerkinomaisessa tapauksessa mainitun solunvaihtotarpeen arvioinnin tekee verkko. Mikäli solunvaihtotarvetta ei ole, palataan takaisin vaiheeseen 40. Mikäli solunvaihtotarve todetaan, valitsee verkko vaiheessa 42 jonkin mahdollisista naapurisoluihin uudeksi kohdesoluksi. Toimintatilassa verkko antaa solunvaihtokä-

30 kyn vaiheessa 43 ja tämä käsky välitetään GSM-perusverkossa CCCH-kanavalla päätelaitteelle edullisesti RR_CELL_CHANGE_ORDER -viestillä ja käytettäessä GPRS-palvelua PCCCH-kanavalla edullisesti PACKET_CELL_CHANGE_ORDER -viestillä. Kun päätelaite on vastaanottanut edellä mainitun käskyn, se ei yritä solun vaihtoa välittömästi, vaan päätelaite tutkii, tunnetaanko uuden solun

35 ajoitustietoa vaiheessa 44. Jos uuden solun ajoitukseen ei voida heti synkronoitua, päätelaite lähettää edullisesti modifioitua PACKET_CELL_CHANGE_FAILURE -viestin 47 tai jonkin muun viestin, joita käytetään solunvaihdon epäonnistumisen

yhteydessä. Kyseiseen viestiin on edullisesti lisätty tiedot niistä naapurisoluista, joiden käyttäjäksi päätelaite voi heti siirtyä ilman synkronointiongelmia. Viestin vastaanotettuaan verkko tekee uuden solunvaihtopäätöksen niiden solujen joukosta, jotka sisältyvät päätelaitteelta tulleeseen viestiin 47. Verkko lähettää uuden solunvaihtokäskyn 43, ja vaiheessa 44 todetaan solunvaihdon olevan mahdollista, ja päätelaite siirtyy välittömästi uuden solun käyttäjäksi vaiheessa 45. Lopulta päädytään toiminta-/lepotilaan 46 ja toimintaprosessi alkaa uudelleen alusta 40.

Kun päätelaite lähettää keksinnön mukaisesti viestin siitä, että se ei tunne sille osoitetun solun ajoitustietoa päätelaite voi välittää kyseisen tiedon edullisesti CELL_CHANGE_FAILURE-, PACKET_CELL_CHANGE_FAILURE- tai HANDOVER_FAILURE -viesteillä. Lähettämäänsä viestiin päätelaite lisää tiedot niistä naapurisoluista, joiden ajoitustiedon päätelaite tuntee ja joiden kanssa solunvaihto onnistuisi heti. Tämän tiedon perusteella verkko voi osoittaa päätelaitteelle uuden solunvaihtokäskyn, jossa kohdesoluksi on valittu jokin päätelaitteen ilmoittamista naapurisoluista.

Seuraavassa on esimerkinomaisesti esitetty miten keksinnön mukaisen toiminnan mahdollistava toimintalupa/-tiedot voidaan välittää päätelaitteelle RR_CELL_CHANGE_ORDER- tai PACKET_CELL_CHANGE_ORDER -viestillä. Näiden tietojen välitykseen voidaan käyttää myös ruutia päätelaitteen ja verkon välisissä tiedonsiirrossa käytettyjä viestejä kuten SI- ja PSI-viestejä (System Information ja Packet System Information). Seuraavassa esitetään esimerkinomaisesti, miten keksinnön vaatima lisäinformaatio voidaan välittää GPRS-palvelussa yksittäiselle päätelaitteelle pakettikytkentäisen yhteyden solunvaihtokäskyllä PACKET_CELL_CHANGE_ORDER sen informaatioelementteinä ilmaistuna:

```
<Packet Cell Change Order message content> ::=
    <PAGE_MODE : bit(2)
    {
30      {0<Global TFI :Global TFI IE>}
      |10<TLLI:bit (32)>}
      {0-Message escape
        {IMMEDIATE_REL:bit>
        <ARFCN: bit (10)
35      <BSIC: bit (6)
        <NC Measurement Parameters:<NC measurement Parameters struct>>
        Packet_cell_change_order_options: bit (3)>
```


<padding bits>

|<Non-distribution part error: bit(*) = <no string>>}

|<message escape: 1 bit(*) = <no string>>}

|Address information part error: bit(*) = <no string>>}

5 |<Distribution part error: bit(*) = <no string>>;

Viestissä ilmaistaan keksinnön mukaisella informaatioelementillä "Packet_cell_change_order_options" kolmella bitillä, miter. päätelaite saa toimia solunvaihtokäskyn vastaanottaessaan. Muut informaatioelementit vastaavat standardin mukaista viestiä. Keksinnön mukaisen lisäinformaation bittikombinaatiot voidaan tulkita edullisesti esimerkiksi taulukon 1 mukaisesti.

Taulukko 1 Keksinnön mukainen "Packet_cell_change_order_options" -informaatioelementti

15	Bits
	3 2 1
	0 0 0 MS shall obey the cell change order
	0 0 1 MS shall without cell change reply with PACKET_CELL_CHANGE_FAILURE
20	...
	1 0 0 MS shall without cell change reply with PACKET_CELL_CHANGE_FAILURE
	1 0 1 Reserved
	...
	1 1 0 Reserved
25	1 1 1 MS shall without cell change reply with PACKET_CELL_CHANGE_FAILURE

Taulukon 1 esittämä bittikombinaatio 0-0-0 vastaa tekniikan tason mukaista toimintaa, jolloin päätelaitteen on toteltava vastaanottamaansa solunvaihtokäskyä. Jos päätelaitteelle osoitetaan jokin bittikombinaatioista alkaen kombinaatiosta 0-0-1 ja päättyen kombinaatioon 1-0-0, päätelaite ei suorita epävarmoissa tapauksissa solunvaihtoa vaan lähettää verkolle PACKET_CELL_CHANGE_FAILURE-viestin. Vastaanotettu bittikombinaatio määrää sen, kuinka monen naapurisolun tiedot päätelaitteen on mainittuun vastausviestiin sisällytettävä. Kombinaatiolla 0-0-1 lähetetään yhden naapurisolun tiedot, kombinaatiolla 0-1-0 kahden naapurisolun tiedot, kombinaatiolla 0-1-1 lähetetään kolmen naapurisolun tiedot ja kombinaatiolla 1-0-0 lähetetään neljän naapurisolun tiedot. Kombinaatio 1-1-1 aiheuttaa PACKET_CELL_CHANGE_FAILURE -viestin lähetyksen, johon ei sisälly naapurisolunmit-

taustietoja. Muut bittikombinaatiot voidaan käyttää niin haluttaessa toisiin solunvaihtoon liittyviin toimintoihin.

5 Packet_cell_change_order_options informaatioelementti voi olla pituudeltaan lyhyempikin kuin edellä esitetyt kolme bittiä. Tällöin erilaisten bittikombinaatioiden määrä luonnollisesti vähenee ja mahdollisten viestiin sisällytettävien naapurisolujen lukumäärä voi edullisesti olla yhdellä tietyllä bittikombinaatiolla e. yhtään ja toisella tietyllä kombinaatiolla esimerkiksi kolme.

10 Seuraavassa on esimerkinomaisesti esitetty, miten keksinnön mukaiset tiedot voidaan välittää päätelaitteelta verkolle PACKET_CELL_CHANGE_FAILURE- tai HANDOVER_FAILURE -viesteillä niiden informaatioelementteinä ilmaistuna tilanteessa, jossa solunvaihdon onnistumisen todennäköisyys on pieni, koska uuden solun ajoitustieto on päätelaitteelle tuntematon.

15

<Packet Cell Change Failure message content> ::=

<TLLI:bit (32)>}

<ARFCN: bit (10)

<BSIC: bit (6)

20

<Neighbour_cell_reporting: <neighbour cell reporting struct>

<spare padding>

25

Keksinnön mukainen uusi informaatioelementti "Neighbour_cell_reporting" voi olla perusmuodoltaan samanlainen kuin on kuvattu ETSI:n julkaisussa (viite [2]) esitettyssä taulukossa. Tällöin kyseinen informaatioelementti on keksinnön mukaisessa toimintamallissa edullisesti muodoltaan taulukon 2 mukainen:

Taulukko 2. Keksinnön mukainen "Neighbour_cell_reporting" -informaatio-elementti

element								
8	7	6	5	4	3	2	1	
CAUSE				NO-OF-NCELLS		BCCH-FREQ-NCELL 1		octet 1
BCCH-FREQ-NCELL 1			BSIC-NCELL 1					octet 2
BSIC-NCELL 1	RXLEV-NCELL 1						BCHH FREQ NCELL 2	octet 3
BCCH-FREQ-NCELL 2				BSIC-NCELL 2				octet 4
BSIC-NCELL 2			RXLEV-NCELL-2					octet 5
BCCH-FREQ-NCELL 3					BSIC-NCELL 3			octet 6
BSIC-NCELL 3			BCCH-FREQ-NCELL-3					octet 7
RXLEV NCELL 3								octet 8

- Taulukossa 2 on esitetty keksinnön mukainen mittausraportti, joka sisältää edullisesti kahdeksan oktetia. Ensimmäisen oktetin neljällä ensimmäisellä bitillä ilmaistaan edullisesti syy solunvaihdon epäonnistumiseen. Keksinnön mukainen toiminta on mahdollista jo olemassa olevilla syykoodeilla, mutta niihin on mahdollista lisätä uusi keksinnön mukaista toimintaa osoittava koodi. Kahdella seuraavalla ensimmäisen oktetin bitillä ilmaistaan raporttiin liitettyjen sellaisten naapurisolujen lukumäärä NO-OF-NCELLS, joiden ajoitustiedon päätelaite tuntee tekemiensä naapurisolumittausten perusteella. Taulukon esittämässä esimerkinomaisessa tapauksessa välitetään edullisesti kolmen naapurisolun tiedot. Kaksi viimeistä bittiä ensimmäisestä oktetista käytetään ensimmäisen naapurisolun taajuustiedon BCCH-FREQ-NCELL 1 välittämiseen, ja myös kolme ensimmäistä toisen oktetin bittiä käytetään tähän samaan tarkoitukseen. Kyseinen taajuustieto voidaan edullisesti välittää ARFCN-tiedolla (Absolute Radio Frequency Carrier Number), jonka kunkin arvo tarkoittaa tiettyä sinällään määriteltyä taajuutta. Toisen oktetin loppuilla bittillä välitetään osa naapurisolun tunnistetiedosta BSIC-NCELL 1, ja loppuosa kyseisestä tiedosta välitetään kolmannen oktetin ensimmäisellä bitillä. Kuusi seuraavaa kolmannen oktetin bittiä käytetään ensimmäisen naapurisolun tasomittaustietojen välittämiseen RXLEV-NCELL 1. Kahden muun naapurisolun tiedot välitetään seuraavissa okte-

teissa edellä kuvatussa järjestyksessä. Viimeinen käytettävä oktetti on numeroltaan kahdeksan, ja sen ensimmäinen bitti käytetään kolmannen naapurisolun tasomittaustiedon RXLEV 3 viimeisen bitin välittämiseen.

5 Eräässä edullisessa suoritusmuodossa mittausraportissa ei siirretä ARFCN-tietoa sellaisenaan vaan kyseiset ARFCN-tiedot on solukkojärjestelmässä indeksoitu sekä päätelaitteen että verkon tuntemalla tavalla. Tällöin riittää pelkästään kyseisten indeksien liittäminen tukiasemalle lähetettävään keksinnön mukaiseen mittausraporttiin.

10 Eräässä toisessa edullisessa suoritusmuodossa päätelaite järjestää mittausraporttiin tulevat naapurisolutiedot edullisesti mittausansa naapurisolun vastaanottotason RXLEV (Received RX LEVel) mukaiseen järjestykseen. Tällöin voidaan kyseiset tasomittaustiedot joko sisällyttää kyseiseen keksinnön mukaiseen mittausraporttiin tai jättää ne siitä pois. Jättämällä tasomittaustiedot pois voidaan solukkojärjestelmässä siirrettävän datan määrää vähentää, ja siitä huolimatta voidaan verkolle siirtää
15 tieto siitä järjestyksestä, joka päätelaitteen kannalta solunvaihtoa ajatellen on paras.

Kuva 5 esittää yksinkertaistettuna lohkokaaaviona erästä keksinnön mukaista päätelaitetta 500, edullisesti matkaviestintä, ja sen liittymistä solukko puhelinverkkoon. Matkaviestin käsittää antennin 501 tukiasemien lähettämien radiotaajuuksien signaalien eli RF-signaalien vastaanottamiseksi. Vastaanotettu RF-signaali ohjataan kytkimellä 502 RF-vastaanottoon 511, jossa signaali vahvistetaan ja muunnetaan digitaaliseksi. Tämän jälkeen signaali ilmaistaan ja demoduloidaan lohkoissa 512. Lohkoissa 513 suoritetaan salauksen ja lomituksen purku. Tämän jälkeen suoritetaan signaalinkäsittely lohkoissa 530. Vastaanotettu data voidaan sellaisenaan tallentaa matkaviestimen muistiin 504 tai vaihtoehtoisesti käsitelty paketti data siirretään signaalinkäsittelyn jälkeen mahdolliseen ulkoiseen laitteeseen, kuten tietokoneeseen.
20 Ohjausyksikkö suorittaa em. vastaanotto lohkojen ohjauksen yksikköön tallennetun ohjelman mukaisesti. Lähetystoiminto matkaviestimestä tapahtuu esimerkiksi seuraavasti. Ohjausyksikön 503 ohjaamana lohko 533 suorittaa datalle mahdollisen signaalinkäsittelyn ja lohko 521 suorittaa käsittelylle, siirrettävälle signaalille lomituksen ja salauksen. Koodatusta datasta muodostetaan paksut, lohko 522, jotka moduloidaan ja vahvistetaan lähetettäväksi RF-signaaliksi lohkoissa 523. Lähetettävä RF-signaali siirretään antenniin 501 kytkimen 502 välityksellä. Myös edellä mainittuja käsittely- ja lähetystoimintoja ohjaa ohjausyksikkö 503.
30

35 Kuvan 5 esittämässä päätelaitteessa keksinnön kannalta oleellisia osia ovat mm. siinänsä tekniikan tason mukaiset vastaanotto lohkot 511-513, joiden välityksellä pää-

telaite vastaanottaa, demoduloi ja dekodaa tukiasemien lähettämät viestit ja mittaa vastaanotettujen signaalien tehotasot, sekä ohjausyksikkö 503, joka käsittelee viestien sisältämät tiedot ja ohjaa päätelaitteen toimintaa. Ohjausyksikön toimintaan on lisättävä keksinnön mukaisen toiminnan vaatimat lisäpiirteet, joilla solunvaihdon epäonnistumisesta kertova viesti saadaan toteutettua. Päätelaitteen muistista 504 osa on allokoitava naapurisolun valintaa koskeville tiedoille, joita ovat esimerkiksi tukiasemilta vastaanotetut tiedot naapurisolujen BCCH-taajuuksista, tiedot vastaanotetun signaalin tasosta, tiedot naapurisolun ajoitusinformaatiosta ja naapurisolujen tarjoamasta palvelutasosta. Samaan tarkoitukseen voidaan luonnollisesti käyttää päätelaitteeseen liittyvää irrotettavaa muistivälinettä, kuten sinänsä tunnettua SIM-korttia. Lähetysohkojen 521-523 avulla päätelaite lähettää niin standardien mukaiset kuin myös keksinnön mukaiset solunvaihtoon liittyvät viestit tukiasemille.

Keksintö asettaa tukiasemille varsin vähäiset laitteistoon kohdistuvat vaatimukset verrattuna tekniikan tasoon. Tukiasemalla 551 ja/tai tukiasemachjaimella 552 on käytössään tietokanta (ei esitetty kuvassa 5), joka sisältää naapurisoluja koskevat tiedot niissä käytettävistä BCCH-taajuuksista ja niiden tarjoamasta palvelutasosta, kuten kyvystä tarjota GPRS-palvelua. Tähän tietokantaan voidaan lisätä keksinnön mukaiset päätelaitteen lähettämät tiedot niistä soluista, joiden kanssa päätelaite ilmoittaa solunvaihdon olevan kyseisellä hetkellä mahdotonta ja myös tiedot niistä soluista, joiden kanssa solunvaihto onnistuisi heti. Saamansa tiedon perusteella tukiasema voi sitten osoittaa päätelaiteelle keksinnön mukaisesti toisen solun.

Edellä esitetyt suoritusmuodot ovat luonnollisesti esimerkinomaisia, eivätkä ne rajoita keksinnön soveltamista. Erityisesti on huomattava, että vaikka edellä olevat esimerkit liittyvät GSM- ja GPRS-järjestelmiin, voidaan keksintöä soveltaa mihin tahansa muuhunkin digitaaliseen solukkojärjestelmään. Erityisesti voidaan mainita DCS1800 (Digital Communications System at 1800 MHz), IS-54 (Interim Standard 54) ja PDC (Personal Digital Cellular) ja varsinkin tulevan ns. kolmannen sukupolven digitaalinen solukkojärjestelmä UMTS (Universal Mobile Telecommunications System). Keksinnöllistä ajatusta voidaan lisäksi soveltaa lukuisilla tavoilla patentti-vaatimusten asettamisissa rajoissa.

Viiteluettelo:

[1] ETSI 05.08 versio 6.4.0

[2] ETSI 04.08 versio 6.2.0 osa 10.5.2.20 kuva 10.5.47

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä solunvaihdon hallitsemiseksi palveluverkossa, jossa menetelmäsä
- 5 - päätelaite suorittaa naapurisolumittauksia solunvaihtoa varten,
- verkko tekee päätöksen solunvaihdosta mainittujen mittaustulosten, verkon kuor-
mitustilanteen ja päätelaitteen palvelutarpeen perusteella (31, 41) ja
- verkko lähettää päätelaitteelle solunvaihtokäskyn päätelaitteen siirtymiseksi uuteen
soluun (33, 43),
- 10 **tunnettu** siitä, että jos solunvaihtokäskyssä päätelaitteelle osoitetaan uudeksi pal-
velevaksi soluksi sellainen solu, jonka ajoitustieto on naapurisolu mittausten jälkeen
päätelaitteelle tuntematon, solunvaihtoa ei suoriteta vaan päätelaite lähettää tu-
kiasemalle viestin (47) solunvaihdon epäonnistumisesta, joka viesti sisältää tiedon
solunvaihdon epäonnistumisen syystä sekä naapurisolutietoa.
- 15
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että palvelu-
verkko on GPRS-verkko.
3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että päätelait-
teella on oletusarvona, ettei se suorita solunvaihtoa (34) sellaiseen soluun, jonka
20 ajoitustietoa se ei tunne.
4. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että solunvaihto-
käskyyn PACKET_CELL_CHANGE_ORDER (43) on lisätty informaatioelementti,
25 joka antaa päätelaitteelle oikeuden olla toteuttamatta solunvaihtoa, jos päätelaite ei
tunne sille osoitetun uuden solun ajoitustietoa.
5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mainittu so-
lunvaihtokäskyn suorituksen estämisen mahdollistava tieto siirretään GPRS-palve-
luverkossa signalointiviestissä päätelaitteelle ainakin osittain seuraavina informaatio-
30 elementteinä:

<Packet Cell Change Order message content> ::=

<PAGE_MODE : bit(2)

{

{0<Global TFI :Global TFI IE>>

|10<TLLI:bit (32)>}

{0-Message escape

14

{IMMEDIATE_REL:bit>
 <ARFCN: bit (10)
 <BSIC: bit (6)
 <NC Measurement Parameters:<NC measurement Parameters struct>>
 5 Packet_cell_change_order_options: bit (3)>
 <padding bits>
 |<Non-distribution part error: bit(*) = <no string>>}
 |<message escape: 1 bit(*) = <no string>>}
 |Address information part error: bit(*) = <no string>>}
 10 |<Distribution part error: bit(*) = <no string>>;

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että mainitun signaalointiviestin informaatioelementin " Packet_cell_change_order_options" bittikombinaatio "0-0-1" merkitsee sitä, että päätelaitteen on suoritettava solunvaihtokäsky, bittikombinaatiot "0-0-1", "0-1-0", "0-1-1", "1-0-0" ja "1-1-1" antavat päätelaitteelle luvan olla suorittamatta solunvaihtokäskyä, mikäli päätelaite ei tunne uuden solun ajoitustietoa.

7. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että päätelaitteen tukiasemalle lähettämä viesti (47), jolla ilmaistaan tieto siitä, ettei solunvaihtoa suoriteta, on "Packet_cell_change_failure" -viesti.

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että mainittu päätelaitteen tukiasemalle lähettämä tieto siirretään GPRS-palveluverkossa signaalointiviestissä (47) päätelaitteelle ainakin osittain seuraavina informaatioelementteinä:

<Packet Cell Change Failure message content> ::=

<TLLI:bit (32)>}
 <ARFCN: bit (10)
 <BSIC: bit (6)
 30 <Neighbour_cell_reporting: <neighbour cell reporting struct>
 <spare padding>

9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että mainitun signaalointiviestin informaatioelementti " Neighbour_cell_reporting" käsittää tiedot siitä, monenko naapurisolun mittaustietoa mittausraporttiin sisältyy sekä kyseiset naapurisolumittaustiedot.

15

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mittausraportti käsittää tietoa vain niistä naapurisoluista, joiden ajoitustieto on päätelaitteen tekemillä naapurisolumittauksilla saatu selvillä.
- 5 11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että päätelaitteen lähettämässä mittausraportissa naapurisolumittaustiedot käsittävät ainakin naapurisolujen BCCH-kanavien keskitaajuutta kuvaavat ARFCN-tiedot.
- 10 12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että ARFCN-tiedot on korvattu solukkojärjestelmässä tunnetulla indeksointijärjestelmällä.
13. Patenttivaatimuksen 11 tai 12 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että naapurisolumittaustiedot käsittävät lisäksi naapurisolujen tunnistetiedot (BSIC).
- 15 14. Patenttivaatimuksen 13 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että päätelaite järjestää naapurisolumittaustiedot mittausraporttiin kullekin naapurisolulle mittamansa vastaanottotason (RXLEV) mukaiseen suuruusjärjestykseen.
- 20 15. Patenttivaatimuksen 14 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mittausraporttiin sisältyvät naapurisolumittaustiedot käsittävät lisäksi kyseiset vastaanottotason (RXLEV).
- 25 16. Solukkoradiojärjestelmän tukiasema (BS, 551), joka käsittää välineet palvelun (GSM, GPRS) tarjoamiseksi ja välineet signaalintiviestien vastaanottamiseksi päätelaitteelta (MS, 500) sekä välineet signaalintiviestien muodostamiseksi ja lähettämiseksi päätelaitteille, **tunnettu** siitä, että se käsittää lisäksi välineet päätelaitteelta saatavan tiedon vastaanottamiseksi ja käsittelemiseksi, mikä tieto on järjestetty siirtämään tukiasemalle niiden päätelaitteen tuntemien naapurisolujen tiedot, joiden ajoitustieto on päätelaitteelle tunnettu.
- 30 17. Patenttivaatimuksien 16 mukainen tukiasema, **tunnettu** siitä, että mainittu palvelu on GPRS-pakettidatasiirtopalvelu.
- 35 18. Patenttivaatimuksen 16 mukainen tukiasema, **tunnettu** siitä, että mainitut signaalintiviestit ovat GPRS-pakettidatasiirtopalvelun signaalintiviestejä.
19. Solukkoradiojärjestelmän päätelaite (MS, 500), joka on varustettu välineillä kytkeytymään määrättyyn palveluun (GSM, GPRS) ja joka käsittää välineet signa-

lointiviestien vastaanottamiseksi tukiasemilta (BS, 551) sekä välireet solukohtaisten mittausten tekemiseksi sopivan palvelevan solun löytämiseksi, **tunnettu** siitä, että se on lisäksi varustettu välineillä naapurisolujen ajoitustiedon määrittämiseksi ja välineillä mainitun ajoitustiedon lähettämiseksi sen hetkisen solunsa tukiasemalle
5 silloin, kun palvelevan tukiaseman solunvaihtokäskyssä päätelaitteelle osoittaman uuden solun tukiaseman ajoitustieto on päätelaitteelle tuntematon.

20. Patenttivaatimuksen 19 mukainen päätelaite, **tunnettu** siitä, että mainittu määrätty palvelu on GPRS-pakettidatasiirtopalvelu.

10

21. Patenttivaatimuksen 19 mukainen päätelaite, **tunnettu** siitä, että mainitut signaalointiviestit ovat GPRS-pakettidatasiirtopalvelun signaalointiviestejä.

15

22. Solukkoradiojärjestelmä, joka käsittää tukiasemia (BS, 551) ja niihin liittyen soluja (1-11) sekä päätelaitteita (MS, 500) ja jossa

- tukiasemat on varustettu välineillä signaalointiviestien välittämiseksi tukiaseman ja päätelaitteen välillä ja

- päätelaitteet on varustettu toimimaan määrityllä palvelutasolla (GSM, GPRS) ja välittämään signaalointiviestejä päätelaitteen ja tukiaseman välillä,

20

tunnettu siitä, että se lisäksi käsittää päätelaitteen tuntemat tiedot joukosta kyseisen päätelaitteen naapurisoluja, joiden naapurisolujen tukiasemien ajoitusinformaation päätelaite on määrittänyt, jolloin kyseinen järjestelmä on järjestetty siirtämään päätelaitteelle osoitetun solunvaihtokäskyn jälkeen mainittu tieto päätelaitteelta tukiasemalle signaalointiviestissä uuden palvelevan solun valintaa varten, mikäli solunvaihtokäskyssä päätelaitteelle osoitettu kohdesolu ei sisälly päätelaitteen määrittämään joukkoon naapurisoluja.

25

23. Patenttivaatimuksen 22 mukainen solukkoradiojärjestelmä, **tunnettu** siitä, että mainittu määrätty palvelu on GPRS-pakettidatasiirtopalvelu.

30

24. Patenttivaatimuksen 22 mukainen solukkoradiojärjestelmä, **tunnettu** siitä, että mainitut signaalointiviestit ovat GPRS-pakettidatasiirtopalvelun signaalointiviestejä.

LY

(57) Tiivistelmä

Keksinnön kohteena on parannettu menetelmä ja järjestely solukkoradiojärjestelmän päätelaitteen tekemän solunvaihdon ohjaamiseksi. Erityisesti keksintö koskee solunvaihtoa tilanteessa, jossa päätelaite on kytkeytynyt nykyisen solunsa tarjoamaan erikoispalveluun, kuten GPRS-palveluun (General Packet Radio Service). Keksinnön eräänä oleellisena ajatuksena on, että tukiasema lähettää päätelaitteelle solunvaihtokäskyn yhteydessä tiedon siitä, saako päätelaite jättää solunvaihdon suorittamatta, mikäli päätelaitteelle osoitetun uuden solun ajoitustietoa päätelaite ei tunne. Tämä tieto lähetetään edullisesti määrätyn palvelun signalointiviestissä, kuten GPRS-palvelun signalointiviestissä. Keksinnön ansiosta määrättyyn palveluun kytkeytynyt päätelaite ei tee turhia, epäonnistumaan tuomittuja solunvaihtoyrityksiä. Keksintö edesauttaa solunvaihdon kohdistamista niin, että päätelaitteeseen ja radiosignalointiin kohdistuva kuormitus, joka aiheutuu mahdollisista uusiutuvista solunvaihtoyrityksistä, on pieni.

Kuva 4

15

14

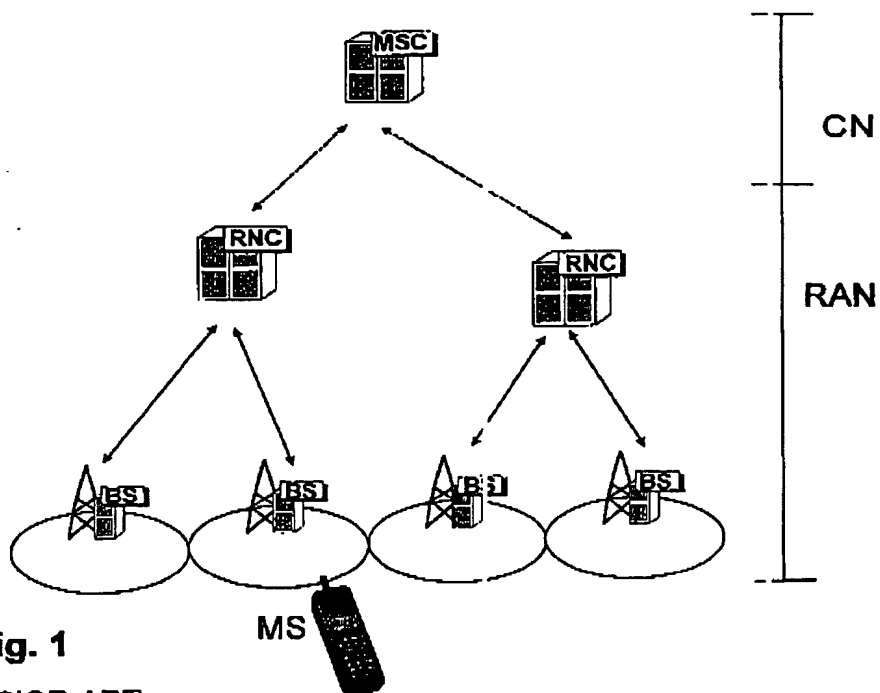


Fig. 1
PRIOR ART

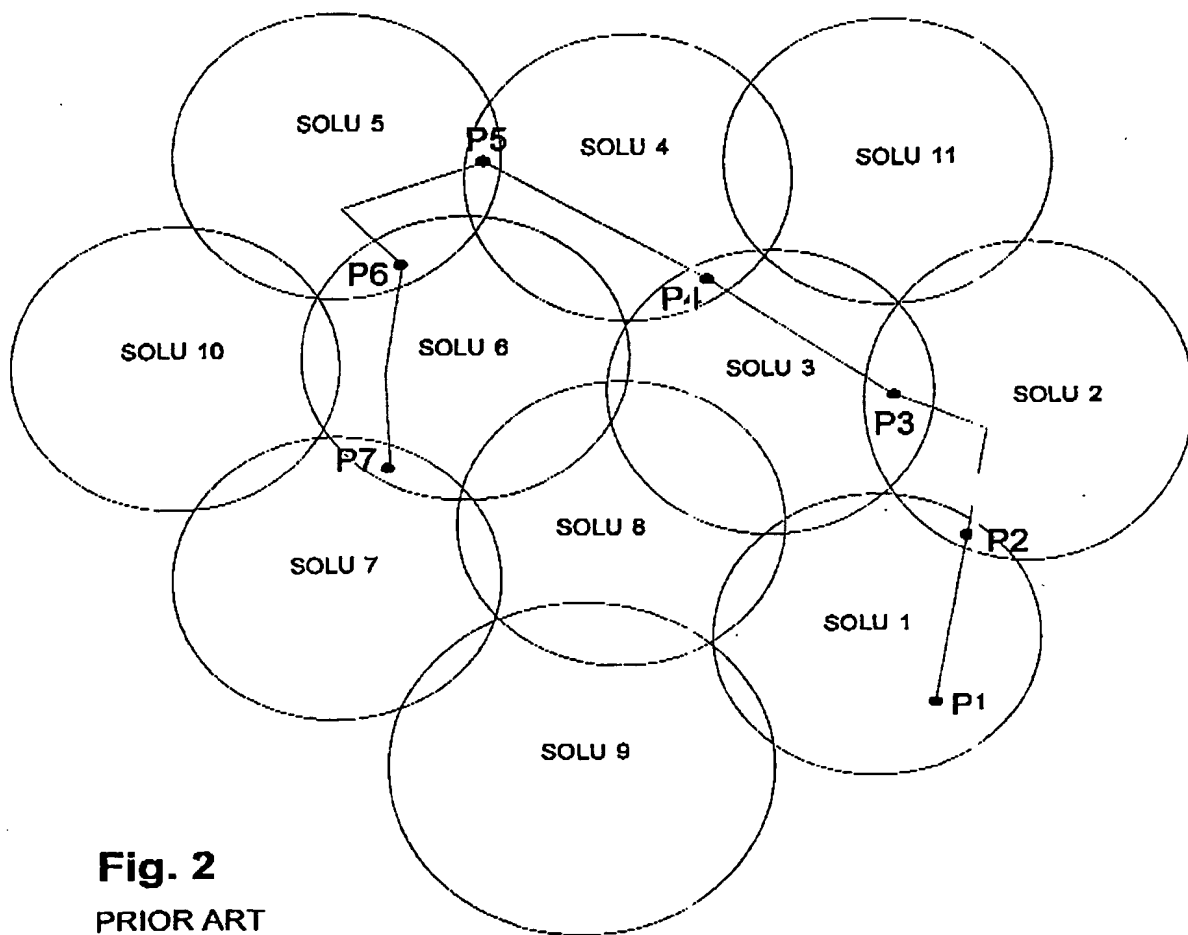


Fig. 2
PRIOR ART

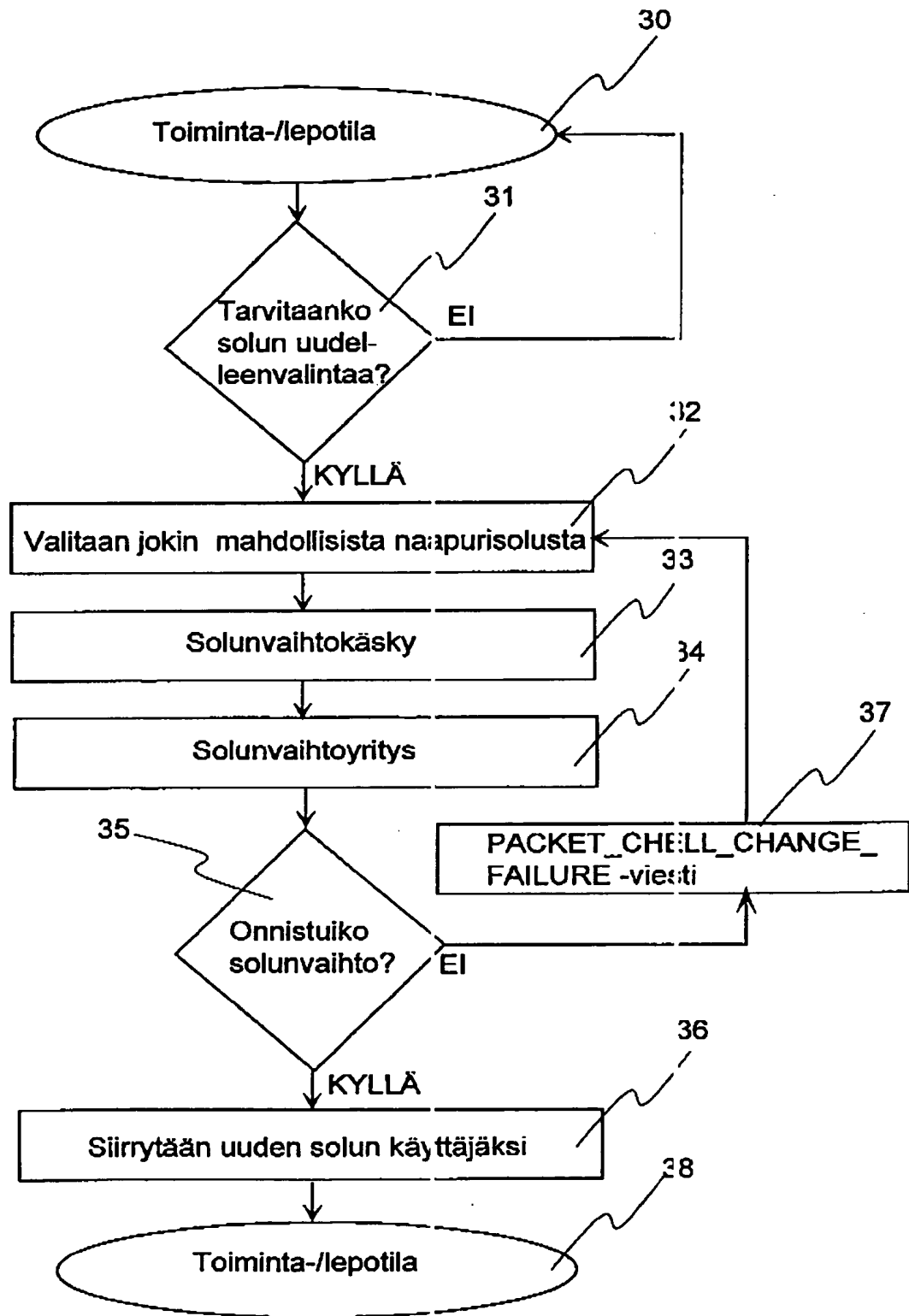


Fig. 3
PRIOR ART

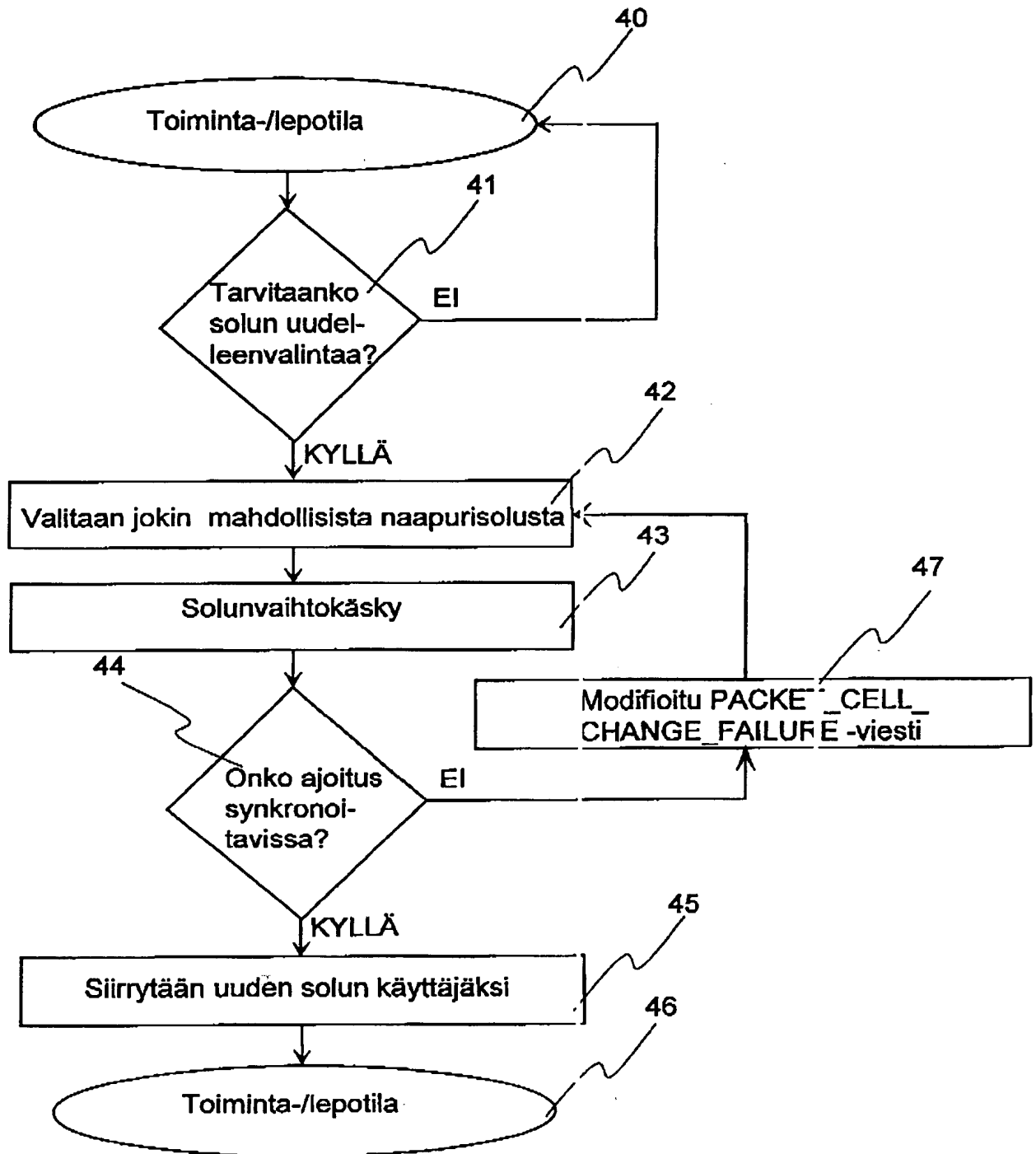
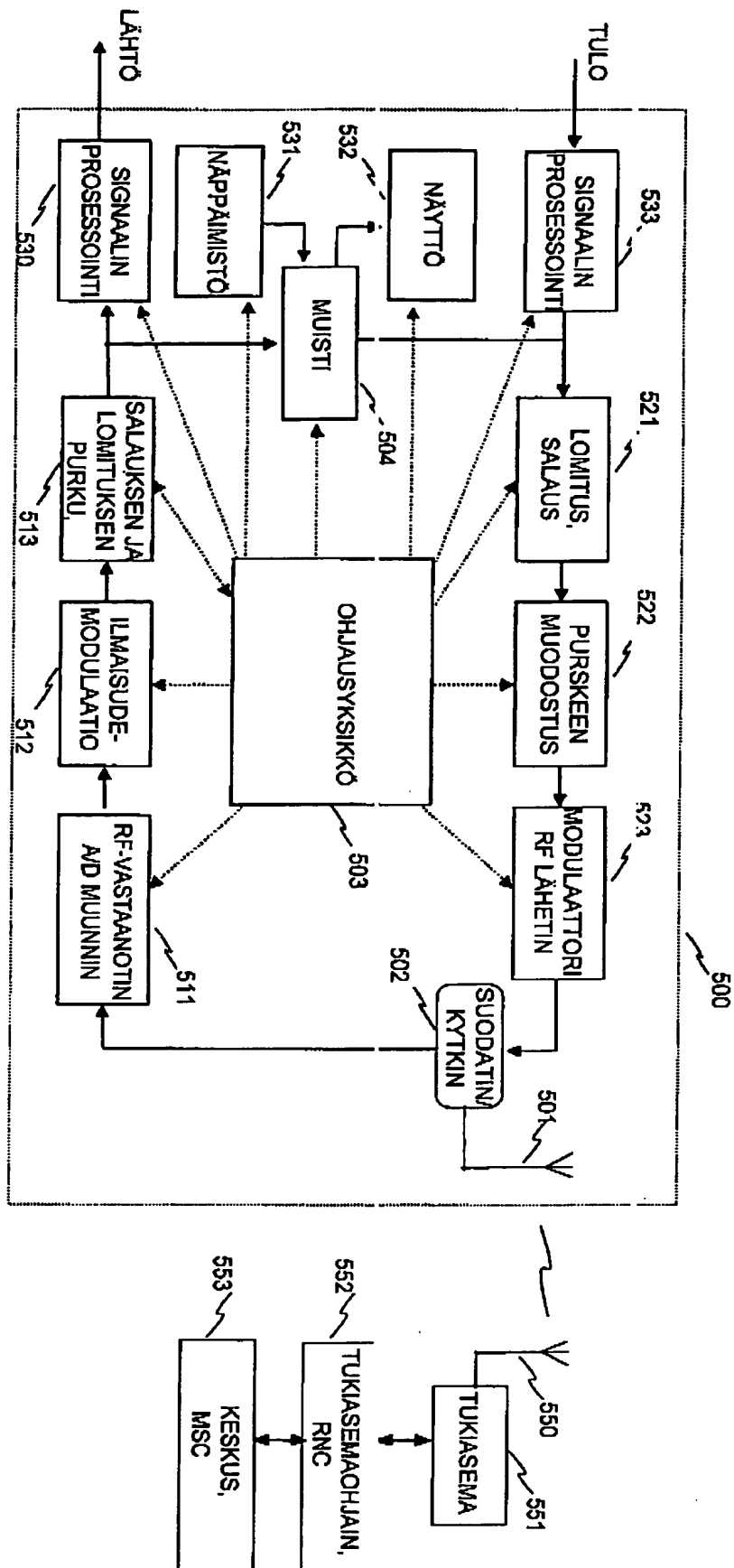


Fig. 4

FIG. 5



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.